

水分胁迫对四种园林花灌木耗水特性及观赏性的影响

王玉涛^{1,2}, 李吉跃^{2,3}, 刘平¹

(1. 沈阳农业大学 林学院, 辽宁 沈阳 110866; 2. 北京林业大学 省部共建森林培育与保护教育部重点实验室, 北京 100083;
3. 华南农业大学 林学院, 广东 广州 510642)

摘要:采用 BP3400 精密天平等仪器研究了水分胁迫对醉鱼草、天目琼花、红王子锦带、碧桃 4 个北方常见花灌木耗水速率及观赏性的影响。结果表明:花灌木蒸腾耗水呈现明显的日变化规律,耗水以白天为主,且最大耗水速率均出现在 10:00~14:00 时内,最大耗水速率与白天平均耗水速率的比值在 1.74~1.76 间波动。随着水分胁迫的加重苗木耗水速率有不同程度下降。当受到严重水分胁迫时,醉鱼草、天目琼花、红王子锦带和碧桃白天平均耗水速率均比水分充足条件下下降 96.6%、82.2%、88.9%和 95.8%。另外,水分胁迫对 4 种花灌木的苗木观赏性影响也有所不同。轻度水分胁迫时,天目琼花观赏性几乎未受到影响,而醉鱼草和碧桃出现叶色发黄或部分落叶现象,中度和重度水分胁迫下 4 种花灌木都出现变色、卷曲和脱落等影响观赏性的现象,碧桃尤为严重,而天目琼花表现较轻。

关键词:水分胁迫;花灌木;耗水速率;观赏性

中图分类号:S 685.99 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0009(2012)03-0063-04

花灌木是以观花为主的灌木类植物。其花色多样、造型丰富,被视为园林景观的重要组成部分。花灌木在

城市绿化中创造多样景观的同时,也消耗大量水分,加剧了城市水资源短缺的矛盾。对于大部分北方城市而言,干旱缺水已经成为城市绿化建设最为重要的限制因子。北京作为国际化大都市,绿地规划建设与城市缺乏的矛盾尤为突出^[1-2],为了缓解这一矛盾,许多学者从北京地区绿化植物的耗水特性入手进行大量研究,主要是针对乔木树种的研究较多,如油松和侧柏^[3-4]、玉兰^[5]、刺槐^[6]等,并掌握了其耗水规律。然而专门针对花灌木的耗水特性并且对其在干旱不同时期的观赏性进行评价的报道较少。现采用可以直接判断植物水分亏缺的植

第一作者简介:王玉涛(1978-),女,博士,讲师,研究方向为树木栽培生理生态及城市林业。E-mail: ytw730@sina.com。

责任作者:李吉跃(1959-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向为森林培育及栽培生理生态。E-mail: ljyymy@sina.com。

基金项目:国家自然科学基金资助项目(31000300);北京市科技计划资助项目(D0605001040191);沈阳农业大学青年教师科研基金资助项目(20081014,20092004);辽宁省教育厅资助项目(L2010503)。

收稿日期:2011-10-28

Factors Affecting Viability and Development of Isolated Microspore in *Lilium*

LI Jia¹, YUAN Su-xia¹, LIU Chun¹, TIAN Mei², YU Na-li^{1,3}

(1. Institute of Vegetables and Flowers, Chinese Academy of Agricultural Science, Beijing 100081; 2. Xingqing District, Yinchuan Agriculture and Animal Husbandry, Ningxia, Yinchuan 750001; 3. College of Landscape Gardens, Nanjing Forestry University, Nanjing, Jiangsu 210037)

Abstract: To establish the culture system of isolated microspore in *Lilium*, the relationship between phenotypic traits of flower bud and the meiotic process, the effects of media and genotype on vitality and development of microspores were studied in one wild species and five cultivars of *Lilium*. The results showed that the buds size containing uninucleate stage microspores varied with the different genotypes. While microspores were at early and middle uninucleate stage, the anther color was light yellow and the pollen color was pale yellow. Compared with NLN and PG-96M medium, in FHG medium microspores maintained higher vitality rate in all genotypes, and microspores with two symmetrical nuclei have been observed in 'Ceb Dazzle'. In addition, the frequency of abnormal meiotic of pollen mother cell was closely related with heterozygosity and microspore viability. For example, *Lilium regale* Wils and 'Tresor' with low abnormal meiotic rate could make viability of microspores high and declining slowly in microspore culture, whereas the variety 'Robina' with highly heterozygosity had higher abnormal meiotic rate and fast declined in microspore vitality.

Key words: *Lilium*; microspore culture; viability of microspore; pollen mother cells; meiosis

物在黎明前的小枝水势为水分胁迫的标准^[7-8],其研究结果可以为北方干旱、半干旱城市园林植物的选择和节水灌溉制度的建立提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 试验材料

试验材料为醉鱼草、天目琼花、红王子锦带、碧桃。

1.2 试验方法

试验在北京植物园温室进行,在人工模拟水分胁迫的条件,比较其耗水的特性和苗木观赏性能变化,苗木的基本情况见表1。盆栽土壤容重 $(1.17 \pm 0.05) \text{g/cm}^3$,田间持水量 $(15.27 \pm 0.39)\%$ 。供试苗木2006年秋季移栽到盆中,进行浇水等管护,2007年生长旺季开始。试验开始前1d将供试苗木浇透水,用保鲜膜进行覆盖密封盆栽土壤处理,并用塑料袋将苗盆完全套住,以防止土壤水分蒸发的影响,对照苗木不进行覆盖处理。随后每天8:00和20:00准时称重,连续测定直到苗木出现致死现象为止;并每2d在黎明前测定苗木小枝水势,以确定水分胁迫阶段。在水分胁迫各阶段分别选择晴朗天气进行耗水日变化测定,即8:00~20:00,每2h称重1次,6次重复,连续2~3d。

表1 盆栽苗木的基本情况

缩写	树种/拉丁名	苗高/cm	地径(冠幅)/cm	单株叶面积/m ²
bt	碧桃 <i>Amygdalus persica</i>	86.16±6.20	2.62±0.11	0.322±0.032
	<i>f. duplex</i> Rehd			
hwz	红王子锦带 <i>Weigela</i>	86.83±1.60	6.02±0.67	0.677±0.024
	<i>florida</i> 'Red Prince'			
tmqh	天目琼花 <i>Viburnum</i>	58.00±4.11	57.17±1.93 *	0.342±0.035
	<i>sargentii</i> Koehne			
zyc	醉鱼草 <i>Buddleja</i>	86.33±6.95	81.00±4.44 *	0.608±0.065
	<i>lindleyana</i> Fort			

注: * 表示冠幅。

1.2.1 水分胁迫标准的制定 按照苗木水势变化,划分水分胁迫标准。当水势 $>-0.8 \text{MPa}$ 时为水分充分期;当水势在 $-1 \sim -2 \text{MPa}$ 时为水分胁迫的初期,苗木处于轻度水分胁迫;当水势在 $-2.5 \sim -3.5 \text{MPa}$ 时为水分胁迫的中期,苗木处于中度水分胁迫;并且当苗木水势 $<-4 \text{MPa}$ 时为水分胁迫的后期,苗木处于重度水分胁迫。

1.2.2 观赏性观察 按照叶色变化、叶卷曲程度和落叶的严重情况,将其分为4类,用阿拉伯数字0、1、2、3代替。叶色(CL):0为叶色正常;1为叶片稍变色或枝条下部个别叶片变色;2为叶片部分变色;3为叶片严重变色。卷曲(LCD):0为叶片无卷曲现象;1为个别叶片卷曲、皱缩、下垂,对于针叶树种表现在松针干瘪扭转;2为叶片部分卷曲、皱缩、下垂;3为大部分叶片卷曲、皱缩、下垂,只有枝尖叶片未发生变化。落叶(DE):0为正常,

无落叶;1为轻微或个别落叶现象;2为中度落叶;3严重落叶。

1.3 项目测定

耗水速率即单位时间内单位叶面积耗水量,用称重法测定耗水量,与同期的叶面积比值即耗水速率;叶面积用剪纸称重法测定;空气温、湿度用温、湿度记录仪测定;水势用压力室测定。

1.4 数据分析

采用Excel和Spss 16.0统计软件对数据进行方差分析和多重比较(q 检验)。SE为标准误差(Standard Error)。

2 结果与分析

2.1 各胁迫阶段环境因子比较

水分胁迫各阶段指标的测定均选择典型的晴天进行,空气温度和相对湿度测定结果见图1。

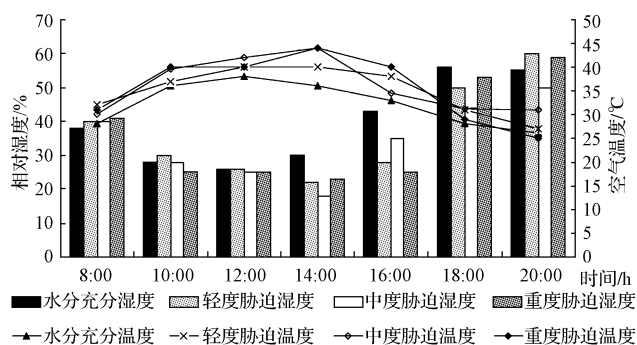


图1 不同干旱程度空气温度和相对湿度日变化

由图1可知,干旱不同时期,空气温度差异不显著($P=0.593>P=0.05$),相对湿度差异也不显著($P=0.907>P=0.05$)。可见各个阶段天气没有显著差异,各指标比较具有一致性。

2.2 水分胁迫对花灌木树种苗木的耗水速率影响

2.2.1 水分胁迫对花灌木树种苗木的耗水速率日变化的影响 由图2可知,无论水分充分还是水分胁迫条件下,苗木耗水速率都有明显的日变化规律,这种规律因种类而不同,但其总的趋势基本呈“单峰型”,峰值均出现在10:00~14:00时内,随着水分胁迫的加重,耗水速率的峰值变小。在水分充分条件下,最大耗水速率($\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$)分别为碧桃 $221.80>$ 醉鱼草 $115.69>$ 红王子锦带 $114.29>$ 天目琼花 100.53 。经方差分析,4种灌木最大耗水速率差异极显著($P=1.448\text{E}-6<P=0.01$, $n=6$),主要是碧桃与其它3种间存在差异。可见在水分充分的条件下,碧桃耗水潜力较大,而其它3种差异不显著,都显著低于碧桃。经水分胁迫,苗木的耗水速率呈现下降趋势,水分胁迫中后期,耗水速率值较低且没有明显日变化。轻度水分胁迫时,醉鱼草、天目琼花、红王子锦带和碧桃最大耗水速率分别下降50.8%、

19.6%、77.6%和42.1%；当苗木受到中度水分胁迫时，4种灌木的最大耗水速率下降幅度都比较大，分别下降86.5%、74.9%、81.1%和87.4%；重度水分胁迫，天目琼花耗水速率日变化仍比较明显，其值相对较高，代谢活动基本正常，而醉鱼草和碧桃耗水速率较小，日变化趋势不显著。

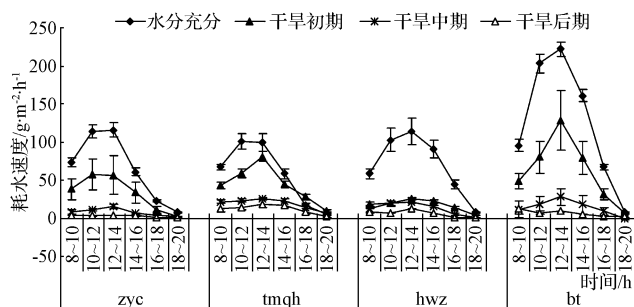


图2 不同干旱阶段灌木树种幼苗耗水速率日变化
(平均值±标准误)

2.2.2 水分胁迫对花灌木白天平均耗水速率的影响

由图3可知，在水分充分供应的条件下，醉鱼草、天目琼花、红王子锦带和碧桃苗木白天的平均耗水速率分别为：65.72、57.74、69.55和125.98 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ 。经方差分析，种间耗水速率差异达到极显著水平 ($P=1.189\text{E}-6 < P=0.01, n=6$)，多重比较表明，碧桃白天平均耗水速率显著高于醉鱼草、天目琼花、红王子锦带，是后三者的1.81~2.18倍，而醉鱼草、天目琼花、红王子锦带之间无显著差异。对4种灌木树种苗木研究表明，最大耗水速率与白天平均耗水速率的比值为醉鱼草1.76倍、天目琼花1.74倍、红王子锦带1.74倍、碧桃1.76倍。经轻度水分胁迫，白天的平均耗水速率分别为32.89、43.71、17.12和62.11 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ($P=0.051 > P=0.05, n=6$)，比水分充分时分别下降50.0%、24.3%、75.4%和50.7%，红王子锦带下降幅度最大，而碧桃仍然维持最大耗水速率。此时最大耗水速率与白天平均耗水速率的比值发生明显变化，醉鱼草和红王子锦带的最大耗水速率与白天平均耗水速率的比值有所下降，分别为1.73倍和1.49倍、天目琼花和碧桃分别增加为1.85倍和2.07倍；中度水分胁迫时，醉鱼草、天目琼花、红王子锦带和碧桃白天平均耗水速率为7.79、18.76、12.53和13.87 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ($P=0.01 < P=0.05, n=6$)，分别比水分充分时下降了88.1%、67.5%、82.0%和89.0%；重度水分胁迫时，醉鱼草、红王子锦带和碧桃耗水速率都下降了80%以上，而天目琼花还维持相对高的耗水速率，可见其代谢活动相对旺盛；当苗木受到重度水分胁迫时，醉鱼草、天目琼花、红王子锦带和碧桃白天平均耗水速率分别为2.76、11.80、5.61和6.32 $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ($P=0.004 < P=0.01, n=6$)，分别比水分充分时下降96.6%、82.2%、88.9%和95.8%，苗木基本处于被迫失

水的状态。目前的研究表明，蒸腾速率在某些情况下与抗旱性成负相关，随着水分逆境的发展，气孔关闭是植物蒸腾下降的主要因素^[9]。

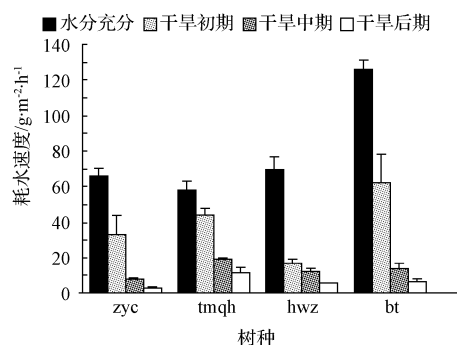


图3 干旱不同时期灌木苗木日平均耗水速率

2.3 水分胁迫对苗木观赏性的影响

城市绿化植物除了具有良好的生态效益和经济效益以外，还有独特的美化城市作用。因此，在注重植物的抗旱性时还要考虑其观赏性。由表2可知，干旱影响植物叶的观赏性，但程度各不相同。经轻度的水分胁迫，醉鱼草和碧桃都出现叶色发暗，下垂和脱落，红王子锦带植株下部叶片发黄，正卷但未见脱落，天目琼花叶色、叶形特征未表现出异常，说明轻度干旱对天目琼花观赏性几乎没有影响；中度和重度水分胁迫时，醉鱼草、红王子锦带和碧桃都出现了叶片变色、下垂卷曲和脱落现象，尤其以碧桃落叶最为严重，天目琼花叶片只是出现卷曲。从灌木树种的苗木叶片对于干旱胁迫的响应可以看出，干旱对天目琼花观赏性影响最小，其次是醉鱼草和红王子锦带，干旱对碧桃的观赏性影响最大。

表2 水分胁迫对苗木的叶观赏性的影响

种类	植物	胁迫程度	LC	LCD	DE	植物	胁迫程度	LC	LCD	DE
灌木	zyc	初期	1	1	0	tmqh	初期	0	0	0
		中期	2	2	1		中期	0	内卷1	0
		后期	3	3	1		后期	1	内卷3	0
	hwz	初期	1	正卷1	0	bt	初期	1	1	1
		中期	2	正卷2	1		中期	2	1	2
		后期	3	正卷3	1		后期	3	2	3

综上，各类型植物的观赏性受轻度干旱的影响都较小或不影响。彭致功等^[10]表明，轻微水分胁迫处理能保证较好的草坪观赏品质，从而达到节约用水的功效。从4种灌木绿化植物来看，也可以给其轻微的水分胁迫，既不影响观赏性，又可以达到节约城市用水的目的。

3 结论与讨论

试验结果表明，在水分充分时4种花灌木均具有明显的耗水日变化规律，经水分胁迫耗水速率下降幅度不同，可见4种花灌木在受到水分胁迫时利用水分的策略不同，天目琼花随着胁迫加剧耗水速率匀速下降，而红王子锦带在干旱胁迫初期耗水速率下降最快。

在水充分分时,最大耗水速率出现在 10:00~14:00 时,醉鱼草、天目琼花、红王子锦带和碧桃最大耗水速率与白天平均耗水速率的比值为 1.76、1.74、1.74 和 1.76,与招礼军等^[1]在黄栌及火炬树(1.76)上的研究结果非常接近。

轻度干旱胁迫对花灌木的观赏性影响不大,持续干旱时 4 种花灌木在叶片卷曲、发黄及落叶方面表现不同。从三方面的观察结果来看,干旱对天目琼花观赏性影响最小,其次是醉鱼草和红王子锦带,干旱对碧桃的观赏性影响最大。然而,城市绿化植物的观赏性评价是一个典型的多因素评价问题,评价指标既包括定量指标也包括定性指标,各指标间相互制约、相互关联,因此关于花灌木的观赏性还需进一步研究。

参考文献

- [1] 李新宇,赖娜娜,鄧怡彬,等.北京市园林主要灌木单株耗水量比较研究[J].节水灌溉,2008(4):15-19.
[2] 王玉涛,李吉跃.北方城市抗旱节水树种的筛选与评价[M].北京:中

国林业出版社,2011:18-26.

- [3] 李吉跃,周平,招礼军.干旱胁迫对苗木蒸腾耗水的影响[J].生态学报,2002,22(9):1380-1386.
[4] 招礼军,李吉跃,于界芬,等.干旱胁迫对苗木蒸腾耗水日变化的影响[J].北京林业大学学报,2003,25(3):42-47.
[5] 车文瑞,马履一,王瑞辉,等.北京 3 个园林观赏树种苗木耗水特性初探[J].浙江林学院学报,2008,25(5):609-613.
[6] 李文华,刘广权,马松涛,等.干旱胁迫对苗木蒸腾耗水和生长的影响[J].西北农林科技大学学报(自然科学版),2004,32(1):61-65.
[7] 李吉跃.太行山区主要造林树种耐旱特性的研究[D].北京:北京林业大学,1990.
[8] 曾凡江,Andrea Foetzki,李向义,等.策勒绿洲多枝桧柳灌溉前后水分生理指标变化的初步研究[J].应用生态学报,2002,13(7):849-853.
[9] 黄颜梅,张健,罗承德.树木抗旱性研究[J].四川农业大学学报,1997,15(1):49-54.
[10] 彭致功,杨培岭,任树梅,等.再生水灌溉草坪观赏品质及其综合评价[J].中国农业大学学报,2006,11(5):81-87.
[11] 招礼军.我国北方主要造林树种耗水特性及抗旱造林技术研究[D].北京:北京林业大学,2003:72-77.

Effect of The Water Consumption Characteristics and Ornamental of Four Flowering Shrubs Under Water Stress

WANG Yu-tao^{1,2}, LI Ji-yue^{2,3}, LIU Ping¹

(1. College of Forestry, Shenyang Agricultural University, Shenyang, Liaoning 110866; 2. Key Laboratory for Silviculture and Conservation of Ministry of Education, Beijing Forestry University, Beijing 100083; 3. College of Forestry, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642)

Abstract: Using BP3400 Precision Balance etc., water consumption rates and ornamental of *Buddleja lindleyana*, *Viburnum sargentii*, *Weigela florida* 'Red Prince' and *Amygdalus persica* f. *duplex* four main flowering shrubs in North China were studied. The results showed that diurnal variation curves of water consumption of four flowering shrubs were unimodal, and the daily highest water consumption rate of seedlings was in 10:00~14:00 in normal water supply, the ratio of daytime highest water consumption rate and daytime average water-consumption rate changed between 1.74 and 1.76. The water consumption of the seedlings decreased differently under different drought stress, and the daytime average water consumption rates of in serious drought stress decreased 96.6%, 82.2%, 88.9% and 95.8% respectively of those under normal water condition. In addition, ornamental of flowering shrubs had little changed under light water stress, for instance, *B. lindleyana* and *A. persica* f. *duplex* had been yellowing or falling. Four shrubs had been yellowing, curling and falling under moderate and serious stress, and *A. persica* f. *duplex* was the most serious, *V. sargentii* was the most light.

Key words: water stress; flowering shrub; water consumption rate; ornamental